

PAT-NO: JP406038552A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06038552 A

TITLE: NON-CONTACT STORAGE CIRCUIT

PUBN-DATE: February 10, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YANO, MASAFUMI

KONO, AKIO

FUKAYA, NORIYUKI

KISHIDA, HIDEO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YANO MASAFUMI

N/A

SHARP CORP

N/A

OSAKA GAS CO LTD

N/A

YAMATOYA & CO LTD

N/A

ULVAC JAPAN LTD

N/A

APPL-NO: JP04187125

APPL-DATE: July 14, 1992

INT-CL (IPC): H02N001/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a non-contact storage circuit, in which a capacitor can be charged in non-contact manner.

CONSTITUTION: In an electrostatic actuator, etc., moving in the manner of corresponding electrostatic driving force to a moving element provided while facing a stator, the stator 1 is provided with a pair of application electrodes, the moving element 2 is provided with a pair of receiving electrodes so that the receiving electrodes face those respective application electrodes, and a first diode 15 to be connected between the receiving electrodes and a series circuit being in parallel with the first diode 15 are connected with the first diode 15. Further, the series circuit is provided with a second diode 17 arranged oppositely to the first diode 15 and with

capacitors CA11, CA12 to be respectively provided on both sides of the second diode 17 and AC voltage is applied to the application electrodes so that the capacitors CA11, CA12 can be charged while the charging voltage of the capacitors is raised around the AC voltage of the power source for each period of a power supply.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

5

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-38552

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 N 1/00

識別記号

庁内整理番号

8525-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平4-187125

(22)出願日 平成4年(1992)7月14日

(71)出願人 591009587

矢野 雅文

千葉県千葉市弥生町1-170 東京大学職  
員宿舎1-301

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番2号

(71)出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外1名)

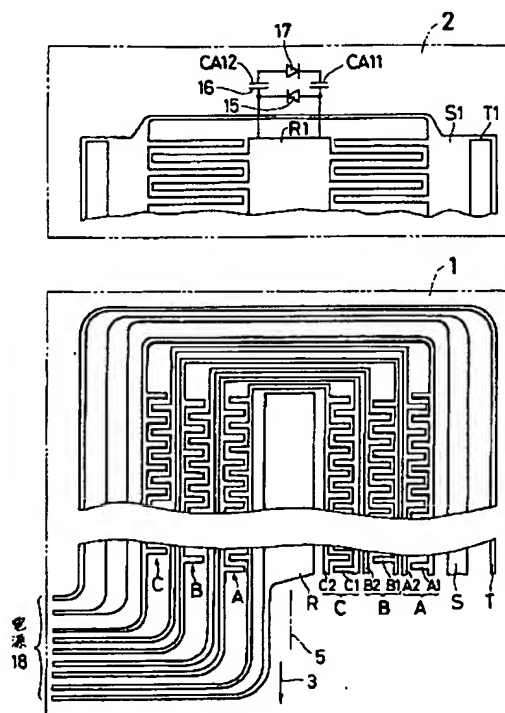
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非接触蓄電回路

(57)【要約】 (修正有)

【目的】非接触でコンデンサを充電することができるようにした非接触蓄電回路を提供する。

【構成】固定子に対向して設けられた移動子に静電駆動力を対応させて移動する静電アクチュエータなどにおいて、固定子1には一対の印加電極を設け、それらの各印加電極に対向して移動子2に一対の受電電極を設け、移動子2には、受電電極間に接続される第1のダイオード15と、その第1ダイオード15に並列に直列回路を接続し、その直列回路には、第1ダイオード15とは逆方向性の第2ダイオード17と、その第2ダイオード17の両側にそれぞれ設けられるコンデンサCA11、CA12とを設け、印加電極に交流電圧を与えることによってコンデンサCA11、CA12の充電電圧を、電源の周期毎に交流電圧に近付けて充電させることが可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の印加電極にそれぞれ対向して静電結合するように一対の受電電極を設け、受電電極間に接続される第1のダイオードと、第1ダイオードと逆方向性に接続される第2ダイオードと、コンデンサとから成る直列回路であって、第1ダイオードに並列接続される、そのような直列回路と、印加電極に交流電圧を与える電源とを含むことを特徴とする非接触蓄電回路。

【請求項2】 直列回路のコンデンサは、第2ダイオードの両側にそれぞれ設けられることを特徴とする請求項1記載の非接触蓄電回路。

【請求項3】 一対の印加電極にそれぞれ対向して静電結合するように一対の受電電極を設け、受電電極に接続され、その受電電極からの電圧を全波整流する全波整流回路と、全波整流回路からの直流出力が与えられるコンデンサと、印加電極に交流電圧を与える電源とを含むことを特徴とする非接触蓄電回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、非接触でコンデンサに電荷を充電することができる非接触蓄電回路に関し、特に静電力を用いる駆動力を発生する静電アクチュエータに関して有利に実施することができる非接触蓄電回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電線を直接に接続することなく、非接触で、コンデンサに電荷を与えて充電するための回路は、提案されていない。このように非接触でコンデンサに充電を行うことができるようになれば、固定子に対向して移動子が静電駆動力で非接触で移動するようにした静電アクチュエータにおいて、その移動子に設けられた電極に電圧を与えることが容易になる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、非接触でコンデンサを充電することができるようにした非接触蓄電回路を提供することである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、一対の印加電極にそれぞれ対向して静電結合するように一対の受電電極を設け、受電電極間に接続される第1のダイオードと、第1ダイオードと逆方向性に接続される第2ダイオードと、コンデンサとから成る直列回路であって、第1ダイオードに並列接続される、そのような直列回路と、印加電極に交流電圧を与える電源とを含むことを特徴とする非接触蓄電回路である。

【0005】また本発明は、直列回路のコンデンサは、第2ダイオードの両側にそれぞれ設けられることを特徴

とする。

【0006】また本発明は、一対の印加電極にそれぞれ対向して静電結合するように一対の受電電極を設け、受電電極に接続され、その受電電極からの電圧を全波整流する全波整流回路と、全波整流回路からの直流出力が与えられるコンデンサと、印加電極に交流電圧を与える電源とを含むことを特徴とする非接触蓄電回路である。

## 【0007】

【作用】本発明に従えば、交流電源から一対の印加電極を介して受電電極に半周期で電圧を与えることによって、たとえば第2のダイオードを介して前記コンデンサが充電されるとともに、そのコンデンサに直列に接続されている印加電極と受電電極とによって形成されるコンデンサが充電され、次に前記電源によって印加電極間の電圧が零となって短絡されることによって、第1のダイオードを介して、印加電極と受電電極とによって形成されるコンデンサに充電されていた電荷が放電され、このとき第2のダイオードの働きによって前記コンデンサの電荷は充電されたままであり、次の半サイクルでは、第2ダイオードが遮断した状態で印加電極と受電電極とによって形成されるコンデンサが充電され、その後印加電極間の電圧が零となって短絡されることによって、第1ダイオードが遮断した状態で第2ダイオードを介して前記コンデンサと、印加電極と受電電極とによって構成されるコンデンサとが並列接続され、こうして前記コンデンサの充電電圧が電源の周期が変化される毎に、その印加電極に印加される電圧に近付いて上昇してゆく。

【0008】本発明に従えば、直列回路の第2ダイオードには、その両側にコンデンサが接続され、これによって各コンデンサに充電された電荷を、一対の受電電極に与えることができ、このことは特に、たとえば静電アクチュエータの受電電極が設けられた移動子などにおいて、好ましい。

【0009】また本発明に従えば、電源からの交流電圧が印加電極に与えられ、この印加電極に静電結合した受電電極の出力は、全波整流回路によって整流され、コンデンサに蓄電される。

## 【0010】

【実施例】図1は、本発明の一実施例のいわば3相の静電アクチュエータの固定子1と移動子2の相互に対向する表面を示す図である。これらの固定子1と移動子2とは、図2に示されるように下および上にそれぞれ配置され、移動子2は、予め定める移動方向3に沿って相対的に移動子1に対して静電駆動力によって移動される。固定子1では、電気絶縁性材料から成る板状体4上に、その移動方向3に平行な仮想面5に関して左右対称に構成される。この移動子1において板状体4上には、複数N（この実施例では3）の列を成して電極群A、B、Cが設けられて構成される。さらにこの板状体4上には一対の印加電極R、Sが設けられ、一方の印加電極Rは左右

の幅方向の中央位置で移動方向3に延び、また他方の印加電極Sは電極Aの幅方向外側方で移動方向3に延び、いずれも長手の形状を有する。さらに幅方向の最外側方には、移動子2の左右幅方向の移動時におけるずれをできるだけなくすための電極Tが設けられる。

【0011】図3は、電極群A、B、Cの一部の拡大した平面図である。電極群Aは、移動方向3に等ピッチdで設けられる複数の電極A11、A21、A12、A22、A13、A23、…を有し、これらの各電極は、1つおきに共通接続されて、参照符A11、A12、A13は移動方向3に延びる接続用導体6によって共通接続されて1つのグループA1を成し、また電極A21、A22、A23はもう1つのグループA2を成す。同様にして電極群B、Cもまた、各一对のグループB1、B2；C1、C2を有し、グループB1は、電極B11、B12、B13を含み、接続用導体8によって接続され、またグループB2は電極B21、B22を含み、接続用導体9によって接続される。グループC1は、電極C11、C12、C13を含み、接続用導体10によって共通接続され、またグループC2は電極C20、C21、C22、C23を含み、接続用導体11によって共通接続される。各電極群A、B、Cの各電極は、移動方向3に1ピッチdの1/N（この実施例では1/3）ずつずれて構成される。たとえば電極群Aの各グループの電極A11、A21は1ピッチdだけずれて形成され、この電極群Aの電極A11に対応する電極群Bの電極B11は、前記電極A11に対してd/3だけずれており、また同様にして電極群Cの電極C11は電極B11からd/3だけずれている。電極群Aの各グループA1、A2毎の電極A11と電極A21との間隔δは、放電を生じない程度に十分に小さく形成される。その他の電極に関しても同様である。

【0012】図4は、移動子2の固定子1に対向する表面を示す平面図である。電気絶縁性材料から成る板状体12の固定子1に対向する表面には、移動方向3に固定子1の前記ピッチdと同一のピッチで電極E11、E21、E12、E22、E13が設けられ、これらの各電極は、1つおきに共通接続されて一对のグループE1、

E2を成す。一方のグループE1は電極E11、E12、E13を含み、受電電極S1に共通に接続され、もう1つのグループE2の電極E21、E22は、受電電極R1に接続され、これらの受電電極R1、S1は、固定子1の前記対向電極R、Sに対向する。本発明の考え方に従えば、各グループE1、E2の電極は、たとえばE11、E21だけであってもよい。各グループE1、E2毎の各電極E11、E12、E13、…；E21、E22、…は、固定子1の電極群A、B、Cの全幅L1にわたって延び、L1=L2である。移動子2もまた移動方向3に平行な対称面13に関して面対称に構成される。

【0013】こうして一对の印加電極R、Sと一对の受電電極R1、S1とは、静電結合される。移動子2では、受電電極R1、S1間にわたって第1のダイオード15が接続される。またこの第1ダイオード15に並列に直列回路16が接続される。この直列回路16は、第1ダイオード15とは逆方向性に接続される第2のダイオード17と、その第2ダイオード17の両側にそれぞれ設けられるコンデンサC11、C12とから成る。固定子1の幅方向最外側方に設けられた電極Tに対応して、移動子2には電極T1が設けられる。これらの左右対称に設けられた電極T、T1は、相互に静電力によって引合うようにし、これによって移動子2が移動方向3の左右に蛇行するのを防ぐ働きをする。

【0014】図5は、固定子1の電極群A、B、Cと印加電極R、Sと電極Tとに電圧を供給するための電源18の構成を示す電気回路図である。直流電源19には、電極群A、B、Cの各グループA1、A2；B1、B2；C1、C2にそれぞれ対応する切換スイッチSa11、Sa12；A21、A22；Sb11、Sb12；Sb21、Sb22；Sc11、Sc12；Sc21、Sc22が接続され、これらの各スイッチのスイッチング態様は、図6に示される電圧が発生されるように、位相検出手段20の出力に応答するスイッチ駆動回路21によって制御される。

【0015】

【表1】

5					6		
	t1~t2	t2~t3	t3~t4	t4~t5	t5~t6	t6~t7	t7~t8
Sa11	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Sa12	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON
Sa21	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Sa22	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON
Sb11	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Sb12	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF
Sb21	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Sb22	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF
Sc11	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
Sc12	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
Sc21	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
Sc22	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF

【0016】図6は、固定子1に電源19から供給される電圧の波形図である。図6(1)および図6(2)は電極群Aの各グループA1、A2に与えられる周期TDを有する電圧の波形を示し、図6(3)および図6

(4)は電極群Bの各グループB1、B2に与えられる電圧の波形を示し、図6(5)および図6(6)は電極群Cの各グループC1、C2に与えられる電圧の波形をそれぞれ示す。図6(7)は印加電極Rに与えられる電圧の波形を示し、図6(8)はもう1つの印加電極Sに与えられる電圧の波形を示す。R、Sの周期 $T_c$ はTD/10程度である。図6(9)は電極Tに与えられる電圧波形を示す。この電極Tには、交流電源12のダイオード23、24によって整流された電圧の一方が与えられ、その中点25は接地される。印加電極R、Sには、たとえば200Hzの交流電源26の出力が、移相回路27、28によってライン29、30からは、相互に90°の位相差を有する信号が導出され、増幅回路31、32によって増幅され、ライン33、34からコンデンサ35、36を介して、印加電極R、Sにそれぞれ与えられる。直流電源19は、たとえば200kHzの交流電源37の出力が整流回路38によって整流されて導出するように構成される。位相検出手段20は、電極群Aの各グループA1、A2に接続されて、固定子1に対する移動子2の移動方向3の位置に対応した位相差を検出し、こうして移動子2の移動方向3の位置を検出することができ、こうしてスイッチ駆動回路21を動作させて、移動子2に静電駆動力が発生されて移動を達成する。こうして固定子1の各グループ、たとえばAの電極A1、A2は、相互に逆極性であり、各グループ、たとえばAの位相は、移動子2が1ピッチd移動するたびに、そのグループAの正負の極性が切り替わり、その位相は、1ピッチの1/N(この実施例では1/3)だけ移動子2が移動方向3に移動する毎に、各グループA毎に切り替わる。固定子1の各電極の直上に移動子2の各電極がきたとき、それらの対向する電極に静電反発力が発生するように、固定子1の各電極の電圧の極性が決定され\*

\*る。図7は、固定子1の1つの電極A11と移動子2の1つの電極E11との間に作用する移動方向3の静電駆動力を説明するための図である。図7(1)に示されるように、電極A11、E11が上下に間隔をあけて置いたり重なっている状態では、移動方向3の静電駆動力は、図7(4)の参照符F1で示される位置零である。図7(2)で示されるように、電極A11、E11が移動方向にd/2だけずれたときには、図7(4)の参照符F2で示される位置であって、移動方向3に最大の静電駆動力を作用させることができる。また図7(3)に示されるように、電極A11、E11が1ピッチずれた状態では、図7(4)の位置F3で示されるように、位置F2における力の約1/2を移動し、任意に作用させることができる。なお電極A11、E11には、同一極性として、反発力によって移動し任意を駆動する場合を想定したけれども、移動方向3に隣接する電極の静電吸引力を利用利用するときもまた同様に考えることができる。

【0017】図8を参照して、移動子2の電極E11が、3つの各電極群A、B、Cの各電極に対向している状態を説明する。電極Aに関して、移動子2の電極E11は直下に固定子1の電極群Aの電極A21が存在している状態では、電極E11は電極A11によって、図9(1)に示されるように、図8の左方への力、すなわち移動方向3の逆方向への力を受ける。また電極A21によって電極E11は、図9(2)で示されるように移動方向3の前後の力は零である。電極A12によって電極E11は、図9(3)で示されるように移動方向3に引張られる力を受ける。また電極A22によって、電極E11は図9(4)で示されるように移動方向3の逆方向、すなわち図8の左方に押戻される力が作用される。このとき電極群Bに関しては、電極E11は電極B21に対して移動方向3に距離b/3だけずれており、またこの電極E11は電極群Cの電極C21に対して移動方向3に2d/3だけずれている。移動子2の電極E11が、電極群Aの各電極A11、A21、A12、A22

7

によって図9(1)～図9(4)に示される力を受けるとき、その図9(1)～図9(4)に示される各力の合成力は、図10(1)に示されるとおりである。また、この電極E11が電極群Bの各電極B11, B21, B12, B22によって受ける力の合成力は、図10(2)に示されるとおりである。さらにまた、電極E11が電極群Cの電極C11, C21, C12, C22によって受ける力の合成力は、図10(3)に示されるとおりである。これらの図10(1)～図10(3)にそれぞれ示される電極E11が受ける合成力は、 $d/3$ だけ移動方向3に沿ってずれている。このような図10(1)、図10(2)および図10(3)に示される各力の総和は、図10(4)に示されるとおりであって、この $d/3$ の距離において、電極11、したがって移動子2が受ける静電駆動力はほぼ一定である。このような図10(4)に示される $d/3$ の移動方向3の距離毎に、電極E11の受ける静電駆動力が周期的に変化される。移動子2における電極E11は、合計3つの各電極群A, B, Cにわたって延びており、この電極E11の1つの電極群、たとえばA分の力は、図10(4)に示される力の $1/3$ であり、図11に示されるとおりとなる。このように、移動子2の電極E11に作用する静電駆動力の変動量を $\Delta G1$ (図10(4)参照)および $\Delta G2$ (図11参照)は小さく抑制することができ、移動子2を円滑に移動することができるようになる。

【0018】移動子2を固定子1の上方に浮上するために電極E11に固定子1に対して上方に反発する力は、電極Aの電極A21に関して図12(1)に示されるとおりであり、このときの電極A21, E11の反発力を正規化して1とすると、電極群Bによって電極E11に作用する反発力は、図12(2)で示されるように $1/2$ であり、また電極E11が電極群Cから受ける反発力は図12(3)のように $-1/3$ である。したがって、電極E11に電極群A, B, Cによって作用する反発力の総和は1になる。したがって、移動電極2は固定子1に対する反発力によって浮上することが可能である。本発明では、静電力によって移動子2を浮上させる\*

$$CA1 \cdot V(m) + CA0 \cdot V = (CA1 + CA0) V(m+1)$$

したがって、コンデンサCA11の第 $m+1$ 回目の電圧 ※【0023】

$V(m+1)$ は、数4で示されるとおりとなる。 ※40 【数4】

$$V(m+1) = \frac{CA0 \cdot V + CA1 \cdot V(m)}{C0 + C1}$$

$$= V(m) + \{V - V(m)\} \frac{CA0}{CA0 + CA1}$$

【0024】こうして、ライン42, 43に印加する電圧の極性を切換えることによって、コンデンサCA1の電圧は、次第にライン42, 43に与えられる直流電圧Vに近付いてゆく。図14(4)の回路は、等価的に図14で示されるとおりである。こうして、コンデンサCA11の電圧は図15に示されるように、電圧Vがライ★50

8

\*ように構成されてもよいけれども、車輪を用いるなどして、移動方向3に移動自在に、固定子1に対して移動子2が対向して移動可能に設けられていればよい。

【0019】このような図8～図12に示される説明中、移動子2の電極E11に電荷を与えるために、本発明では、前述の図1に関連して述べたように、第1および第2ダイオード15, 17とコンデンサC11, C12が設けられる。本発明の原理を簡略化して示すために、図13を参照し、その動作を図14に基づいて説明する。移動子2における受電電極R1を負とし、もう1つの受電電極S1を正として電圧を印加すると、図14(1)に示されるように第1ダイオード15は遮断したままであるけれども、第2ダイオード16は導通し、こうしてコンデンサCA11に電荷が蓄積され、また印加電極Rと受電電極R1とによって構成されるコンデンサCA0にも電荷が蓄積される。次に、印加電極Rのライン42と受電電極S1のライン43とを図14(2)で示されるように短絡すると、コンデンサCA0の電荷は、ダイオード15を経て横転される。そこで、ライン42に正、ライン43を負となる極性で電圧を印加すると、図14(3)に示されるように、コンデンサCA0に電圧Vが荷電される。次に、ライン42, 43を図14(4)で示されるように短絡すると、コンデンサCA1の電荷Q1は、

【0020】

$$【数1】 Q1 = CA1 \cdot V(m)$$

また、コンデンサCA0の電荷Q0は、

【0021】

$$【数2】 Q0 = CA0 \cdot V$$

ここで、コンデンサCA11, CA0の容量を同一の参照符で表すことにし、Vはライン42, 43間に与えられる電圧であり、 $V(m)$ は、第 $m$ 回目のコンデンサCA1の充電電圧を表す。数1および数2から、数3が成立する。

【0022】

【数3】

★ン42, 43間で正、負に変動する毎に、数5に示される $\alpha$ 倍だけ、電源の電圧Vに近付く。

【0025】

【数5】

$$\alpha = \frac{CA0}{CA0 + CA1}$$

【0026】このような図13、図14および図15に関連する説明に従い、前述の本発明の一実施例を等価的に図示すると、図16のとおりとなる。一对の印加電極R、Sと受電電極R1、S1とによってそれぞれ構成されるコンデンサをいずれもCA0で表すことにする。直列回路16は、前述のように第2ダイオード17とその両側に設けられるコンデンサCA1、CA2とから成る。これらのコンデンサCA1、CA2の容量は等しく選ばれるものとする。一对の印加電極R、Sに図17

\*遮断し、また負の電圧を図17(3)に示されるように印加し、このとき第2ダイオード17は遮断し、その後印加電極R、Sを短絡して、図17(4)の状態としたとき、第2ダイオード17の両端の電圧V(m+1)は、前述の数4に示されるのと同様な式から求められる。この理由を説明すると、前述の図17(2)で示されるように、印加電極R、Sに+Vを印加したとき、第2ダイオード17の電圧V(m)は、数6で示される

【0027】

【数6】

$$V(m) = V(m) + \{V - V(m)\} \frac{\frac{2}{CA1}}{\frac{2}{CA0} + \frac{2}{CA1}}$$

$$= V(m) + \{V - V(m)\} \frac{CA0}{CA0 + CA1}$$

【0028】次に前述のように図17(3)で示されるように、印加電極R、Sを-Vとこの電圧-Vを印加したとき、コンデンサCA0の電荷Q01とコンデンサCA0の電荷Q11は、数7および数8で示される。

※【0030】

【数8】

$$Q_{11} = \frac{CA1}{2} \cdot V(m)$$

【0029】

【数7】

$$Q_{01} = \frac{CA0}{2} \cdot V(m)$$

【0031】そこで、前述の図17(4)のように、V=0にすると、数9が成立する。

【0032】

※【数9】

$$\frac{CA0}{2} \cdot V + \frac{CA1}{2} V(m) = \left( \frac{CA0}{2} + \frac{CA1}{2} \right) V(m)$$

【0033】この数9から、前述の数4が成立する。このような図16および図17に関連して説明した動作をさらに、図18および図19を参照して説明する。図18(1)に示されるように、印加電極R、Sにその印加電極Rを、もう1つの印加電極Sを正となるように電圧Vを与えると、第1ダイオード15のカソードおよびアノードの接続点を45、46とし、第2ダイオード17のアノードおよびカソードの接続点を47、48とすると、図19(1)に示される電圧分布となる。このとき第1ダイオード15は遮断し、第2ダイオード17は導通しており、電流は参照符49で示されるように流れる。

30★充電電流51が流れる。このときダイオード17は遮断しており、したがってコンデンサCA1、CA2に関しては、図19(3a)のとおり電圧の状態となり、またコンデンサCA0に関しては、図19(3b)の電圧分布の状態となる。

【0036】そこで、図18(4)に示されるように印加電極R、Sを短絡すると、2つのコンデンサCA0が放電するとともに、コンデンサCA1、CA2が充電されて充電電流52が流れる。コンデンサCA1、CA2の電圧は、図19(4a)に示されるのとおりであり、コンデンサCA0の電圧は図19(4b)のとおりである。こうして、コンデンサCA1、CA2の電圧は、図18(3)および図19(3a)の電圧+V1、-V1から、コンデンサCA0の電荷によって、電圧ΔV1だけそれらの絶対値が大きくなる。

【0034】次に、図18(2)に示されるように印加電極R、Sを短絡すると、コンデンサCA1、CA2に電荷が蓄積され、このときコンデンサCA0には放電電流50が流れ、第2ダイオード17は遮断している。このときのコンデンサCA1、CA2の電圧は、図19(2)に示されるのとおりである。

【0035】次に、図18(3)に示されるように一方の印加電極Rを正とし、もう1つの印加電極Sを負とするようにして電圧Vを与えると、コンデンサCA0には★50

【0037】次に図18(5)に示されるように、印加電極Rを負とし、もう1つの印加電極Sを正とする電圧+Vを印加したとき、コンデンサCA1、CA2には充電電流53が流れ、これらのコンデンサCA1、CA2の充電電圧の絶対値がΔV2だけ上昇する。次に、図18(6)に示されるように印加電極R、Sを短絡する



11

と、図19(6)に示されるように、コンデンサC A 1、C A 2の電圧が前述の図18(2)および図19(2)の場合と同様にして電荷の蓄積が行われる。したがって、移動子2に直流電源などを搭載することなく、また可撓線を介して移動子2に電気的な接続を行うことなしに、受電電極R 1、S 1を介してコンデンサC A 1、C A 2に蓄電して、移動子2の移動のための静電駆動力を発生するために電極Eに電圧を与えることができるようになる。

【0038】移動子2の固定子1に対する移動方向3の位置を検出するための本発明に従う原理を、図20～図22を参照して説明する。先ず図20において、前述の図5に示される電気回路のライン54、55を介して一対の印加電極R、Sに、位相差 $90^\circ$ の周波数200Hzの電圧を与える。印加電極R、Sと受電電極R 1、S 1とは、上下方向に正確に重なっている。移動子2の電極E 11、E 21が、固定子1の電極群Aの電極A 11、A 21にちょうど重なっているときには、それらの電極A 11、A 21に接続されているライン56、57から検出される電圧の位相差 $\theta$ は $90^\circ$ である。移動子2が移動方向3に $d/3$ だけ移動した図21の状態では、ライン56、57の各位相は、参照符58、59で示されるとおりであって、その位相差 $\theta$ は $30^\circ$ である。さらに、移動子2が移動方向3に図20の状態から $2d/3$ だけ移動した図22の状態では、ライン56、57の電圧の位相差は、零である。このようにして、固定子1に対して移動子2が移動方向3に移動するとき、ライン56、57の電圧の位相差 $\theta$ は図23に示されるように変化する。図5に示される位相検出手段20は、このようなライン56、58間の200Hzの電圧の位相差を検出して、移動子2の位置を検出し、スイッチ駆動回路21を動作させる。

【0039】一方の印加電極Rに与えられる電圧は、図24(1)に示されるとおりであって、この電圧は、200kHzであって、その200Hzのライン58、59は、移動子2の移動方向3に沿う位置の検出のためのものである。もう1つの印加電極Sには、図24(2)に示される電圧が印加される。電極Tには、図24

(3)に示される一定電圧が与えられる。本件発明者の実験によれば、移動子2が1ピッチ $d$ 移動中に、印加電極R、Sには、10パルス以上のパルスが与えられることが好ましく、これによって移動子2が円滑に移動する。

【0040】図25は本発明の他の実施例のいわば2相の静電アクチュエータの固定子1の平面図であり、図26はその図25に示される固定子1に対向する移動子2の固定子1に対向する面を示す底面図である。これらの構成は、前述の実施例に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。この実施例では、固定子1において2列の電極群A、Bを有し、それらは $d/2$ だけずれてい

12

る。移動子2の電極E 11、E 12、…; E 21、E 22、E 23、…は、固定子1の電極群A、Bの全幅にわたって、移動方向3に対して垂直に延びる。その他の構成は、前述の実施例に類似する。

【0041】図27に示されるように、移動子2の電極E 11が電極群Aの電極A 21にぴったりと重なっているとき、その電極E 11は、電極群Bの電極B 11、B 21にわたって重なっている。したがって、電極E 11に対して固定子の電極A 11、A 21、A 12、A 22によって作用する力は、図28(1)～図28(4)にそれぞれ示されるとおりであり、これらを合成することによって、電極E 11は電極A 11、A 21、A 12、A 22によって図28(5)に示される力が作用する。また、この電極E 11に対して電極群Bの電極B 11、B 21、B 12は、図29(1)、図29(2)および図29(3)に示される力が作用し、これによって合成した力が図29(4)に示されるようにして与えられる。したがって、移動子2の電極E 11にこれらの電極A 11、A 21、A 12、A 22; B 11、B 21、B 12によって与えられる合成力は、図29(5)に示されるとおりとなり、力の変動は $\Delta G_3$ である。移動子2の電極E 11は、固定子1の電極群A、Bにわたって延びており、したがって一方の電極群AまたはB毎に与えられる電極に与えられる力は、図29(5)に示される力の半分であって、力の変動は $\Delta G_3/2$ であり、図30に示されるとおりである。このような実施例によって

もまた、移動子2に作用する移動方向3の静電駆動力の変動が小さく抑えられる。移動子2の電極E 11に対して固定子1によって作用される反発力は、図27の電極A 11、A 21、A 12、A 22に関して、図31(1)で示されるようになり、その力を正規化して1で示す。この電極E 11には、図27において電極B 11、B 21では零であり、したがってこのような図31(1)および図31(2)で示される反発力の合成力は、図31(3)に示されるとおりである。電極E 11は、2つの電極群A、Bにわたって前述のように設けられているので、各電極群AまたはB毎の反発力は、図31(3)の半分となる。

【0042】図32は、本発明の他の実施例の簡略化した平面図である。固定子1には、前述の実施例と同様に、電気絶縁性材料から成る板状体上に、電極群A、B、Cが形成され、前述の電極Tに対応して、最外側方に印加電極T 11、T 12が設けられ、その内方寄りに共通電極S 11、S 12が形成され、また中央寄りにはもう1つの共通電極R 11、R 12が設けられ、さらに中央位置には電極T 13が設けられ、左右対称に構成される。共通電極S 11、R 11は対を成し、また共通電極S 12、R 12は対を成す。

【0043】移動子2は、電気絶縁性材料から成る板状体上に、前述の実施例と同様にして電極E 11、E 1

13

2, …; E 21, E 22, …が形成され、また最外側方には前述の印加電極T 11, 12にそれぞれ対応して受電電極T 21, T 22が設けられ、また前述の一对の共通電極S 11, R 11に対応して一对の共通電極S 21, R 21が設けられ、さらにまた一对の共通電極S 12, R 12に対応して一对の共通電極S 22, R 22がそれぞれ形成され、さらに中央位置には前述の電極T 13に対応して電極T 23が形成され、全体の構成は左右に面对称であり、このことは前述の実施例と同様である。さらにこの実施例では、全波整流回路70が移動子2に設けられ、この全波整流回路70は、4つのダイオード65, 68を含み、その整流出力はコンデンサ69を充電する。この全波整流回路70の2つの入力端子は、受電電極T 21, T 22に接続され、その全波接続回路70の出力、したがってコンデンサ69の両端子は、共通電極S 21, S 22; R 21, R 22にそれぞれ接続される。中央の電極T 23はまた、共通電極R 21, R 22に接続される。

【0044】図33は、図32に示される実施例の電気的構成を示す電気回路図である。たとえば200kHzの交流電源71は、固定子1の一对の印加電極T 11, T 12に接続される。相互に90°の位相差を有する交流電源72, 73は、共通電極R 11, R 12; S 11, S 12に接続され、また電極T 13に共通に接続される。共通電極R 11, R 12; S 11, S 12には、直流電源74が接続されてバイアス電圧が与えられてもよい。前述の交流電源71は、コンデンサ69を充電するための非接触で電圧を与えるためのものであり、交流電源72, 73は位相検出のためであり、直流電源74は、共通電極R 11, R 12; S 11, S 12が共通電極R 21, R 22; S 21, S 22と静電反発力を発生させる働きをする。電極T 13, T 23は、移動子2が進行方向3の左右にずれることなく、その移動子2を保持するために用いられる。コンデンサ69の出力、したがって全波整流回路70の出力は、共通電極R 21, S 21, R 22, S 22を経て各電極E 11, E 12, …; E 21, E 22, …にそれぞれ与えられ、それらに対向する固定子1の電極群A, B, Cに対向して静電駆動力が移動子2に作用されるとともに、その移動子2の移動方向3の位置を前述の実施例と同様にして検出することができる。

【0045】図32および図33に示される実施例では、静電反発力によって移動子2を固定子1に対して浮上させることが可能である。これに対して前述の図13～図19の実施例では、移動子2には反発力が作用しないので、車輪またはその他の手段によって移動子2を固定子1からわずかに離間して移動方向3に移動可能に支持する構成が必要である。

【0046】上述の各実施例において、固定子1および移動子2の電極を形成する導体は、各一平面内に形成さ

14

れることができ、構成が簡単であるという利点がある。

【0047】本発明の他の実施例として、移動子2には可撓線を介して電圧を与えるようにしてもよい。

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、電源からの交流電圧を一对の印加電圧を介してそれぞれの一对の印加電圧にそれぞれ対向して静電結合された一对の受電電極に与え、この受電電極間には第1のダイオードと、その第1ダイオードに並列に直列回路が接続されており、この直列回路は、第1ダイオードとは逆方向性結合された第2ダイオードと、コンデンサとから成り、この電源の交流電圧の極性が交互に変化することによって、前記コンデンサには、電荷が充電され、その充電電圧は電源電圧に近付いてゆく。こうして前記コンデンサに直接に接続することなく、電荷の蓄積を行うことができるようになる。

【0049】さらに本発明によれば、前記直列回路におけるコンデンサを、第2ダイオードの両側にそれぞれ設けることによって、これらの各コンデンサへの充電を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の構成を簡略化して示す図である。

【図2】図1に示される実施例の斜視図である。

【図3】固定子1の平面図である。

【図4】移動子2の固定子1に対向する表面の構成を示す底面図である。

【図5】本発明の一実施例の電源の構成を示す電気回路図である。

【図6】電極に与えられる電圧の波形を示す図である。

【図7】電極A 11, E 11のずれと、そのときの移動方向3の静電駆動力を示す図である。

【図8】固定子1と移動子1移動子2との各電極のいわば3相の重なり状態を示す図である。

【図9】電極群Aの電極A 11, A 21, A 12, A 22によって電極E 11に作用する力を示す図である。

【図10】電極E 11に対して、電極群Bの電極B 11, B 21, B 12が作用する力を示す図である。

【図11】電極E 11に作用する電極群A, B, C毎の静電駆動力を示す図である。

【図12】電極E 11に作用する反発力を示す図である。

【図13】本発明の一実施例の移動子2におけるコンデンサCA 1に非接触で蓄電するための原理を説明する電気回路図である。

【図14】図13におけるコンデンサCA 1の充放電動作を説明するための図である。

【図15】そのコンデンサCA 1の蓄電状態を示す図である。

【図16】本発明の一実施例のコンデンサCA 1, CA

15

2に関連する蓄電回路を示す電気回路図である。

【図17】図16に示される実施例の蓄電動作を説明するための図である。

【図18】図16および図17に示される蓄電回路の動作をさらに示す図である。

【図19】図18における各部の電圧を示す図である。

【図20】電極A11, A21と電極E11, E21とがちょうど重なっているときにおけるライン56, 57の位相差が $90^\circ$ であることを示す図である。

【図21】電極A11, A21が移動方向3に $b/3$ だけずれているときにライン56, 57の位相差 $\theta$ が $30^\circ$ であることを示す図である。

【図22】電極A11, A21が電極E11, E21と $2d/3$ だけずれているときに位相差が零となることを表す図である。

【図23】図20～図22に示される各動作におけるライン56, 57の電圧の位相差を示す図である。

【図24】印加電極R, Sおよび電極Tに与えられる電圧の波形図である。

【図25】本発明の他の実施例の2相形の固定子1の平面図である。

【図26】図25に示される2相形の静電アクチュエータの固定子1に対向する移動子2の表面を示す底面図である。

【図27】図25および図26に示される実施例の各電極の状態を示す図である。

【図28】図27に示される状態において、電極E11に対して電極A11, A21, A12, A22によって与えられる移動方向3の静電駆動力を示す図である。

【図29】電極E11に対して電極B11, B21, B12によって作用する移動方向3の静電駆動力を示す図である。

【図30】電極E11の電極群A, B毎に作用する力を

16

示す図である。

【図31】電極E11に作用する反発力を示す図である。

【図32】本発明の他の実施例の構成を簡略化して示す図である。

【図33】図32に示される実施例の電氣的構成を示す電気回路図である。

【符号の説明】

1 固定子

2 移動子

3 移動方向

5 対称面

18 電極

19 直流電源

20 位相検出手段

21 スイッチ駆動回路

26 交流電源

27, 28 移相回路

65～68 ダイオード

69 コンデンサ

70 全波整流回路

A, B, C 電極群

A1, A2; B1, B2; C1, C2 グループ

A11, A12, A13, A14; A21, A22, A23; B11, B12, B13; B21, B22, B23; C11, C12, C13; C20, C21, C23, C24 電極

E1, E2 グループ

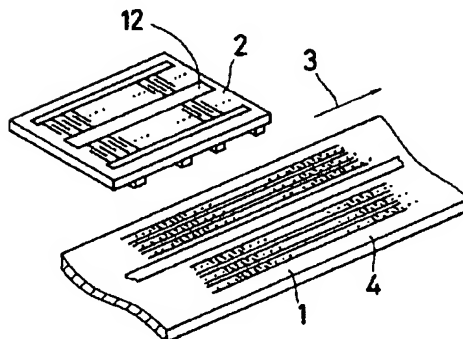
E11, E12, E13; E21, E22 電極

R11, R12, S11, S12, R21, R22, S21, S22 共通電極

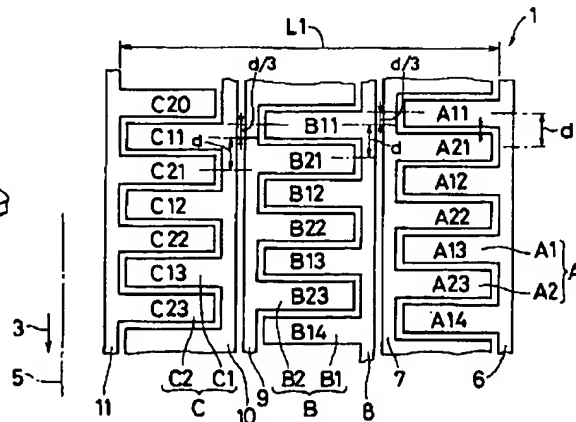
T11, T12 印加電極

T21, T22 受電電極

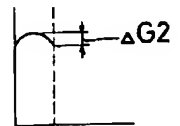
【図2】



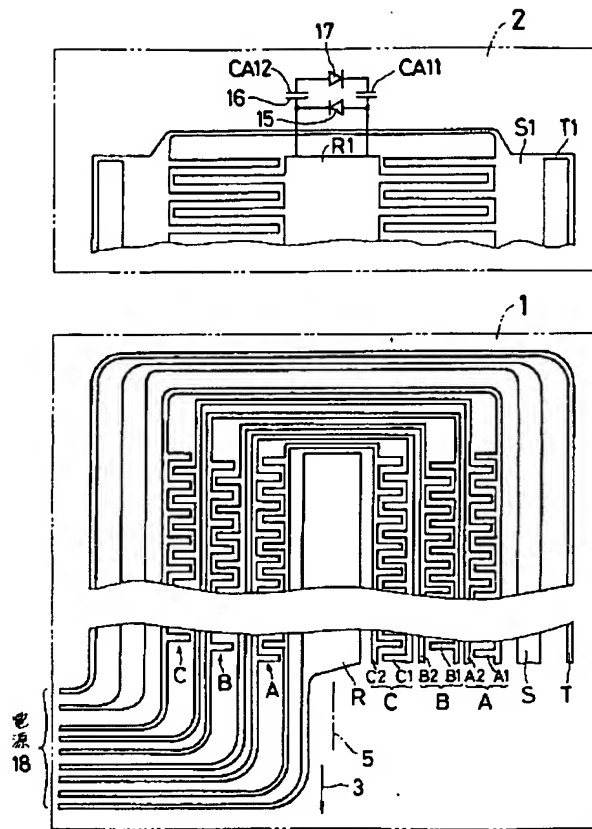
【図3】



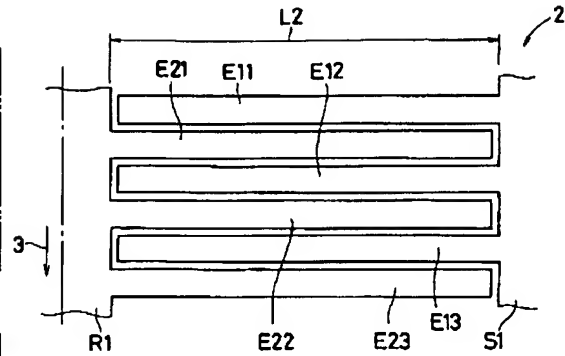
【図11】



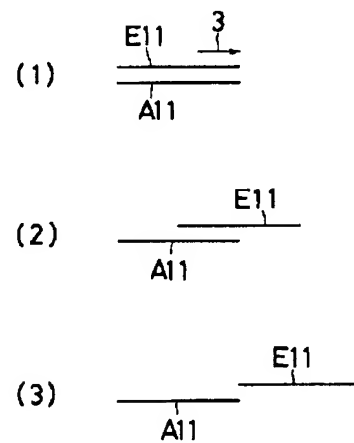
【図1】



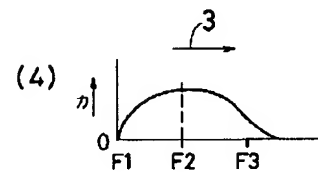
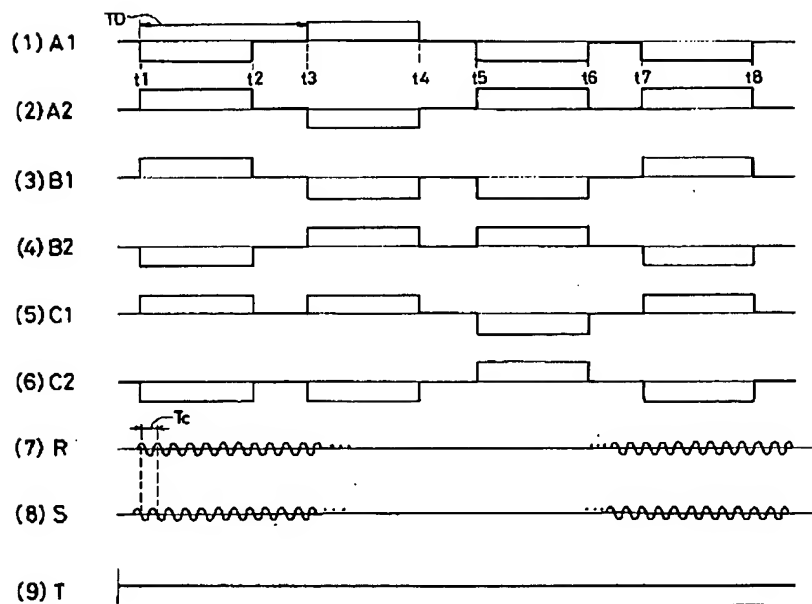
【図4】



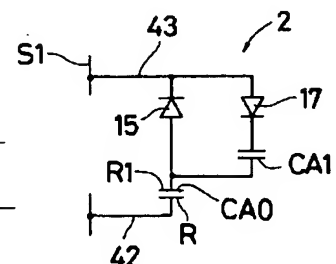
【図7】



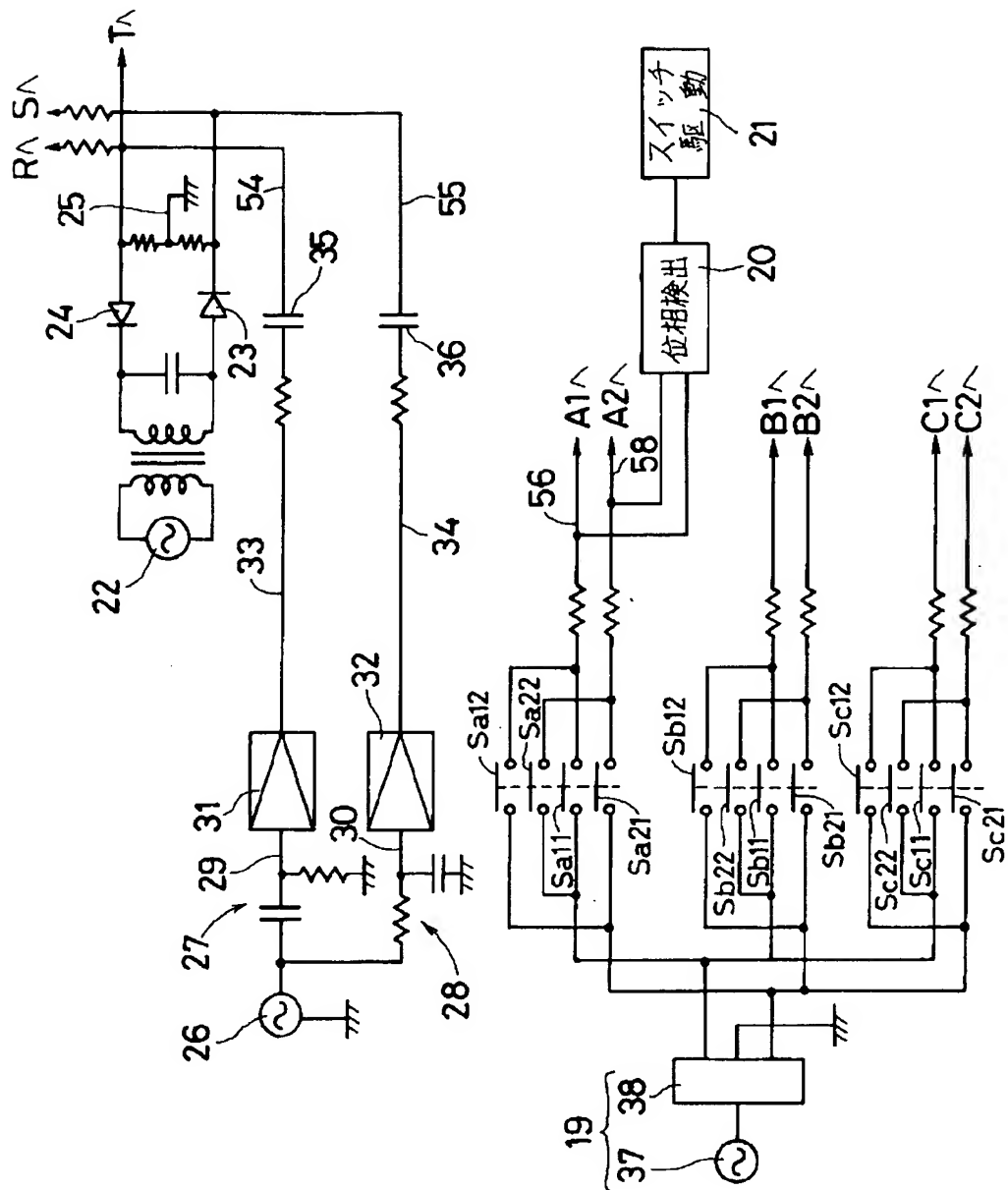
【図6】



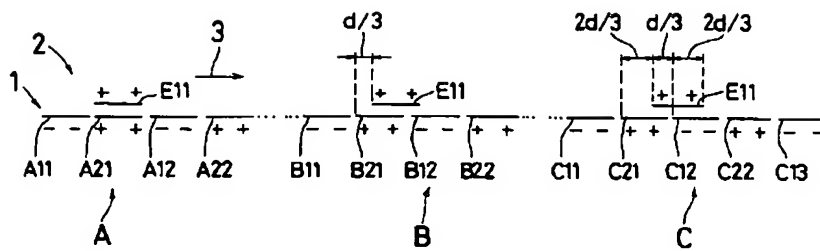
【図13】



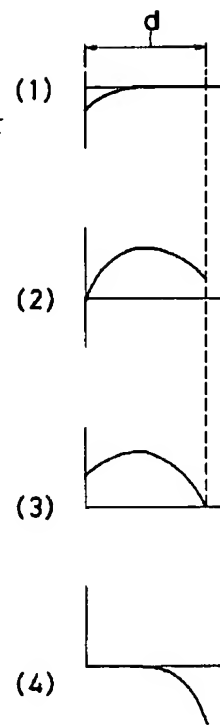
【図5】



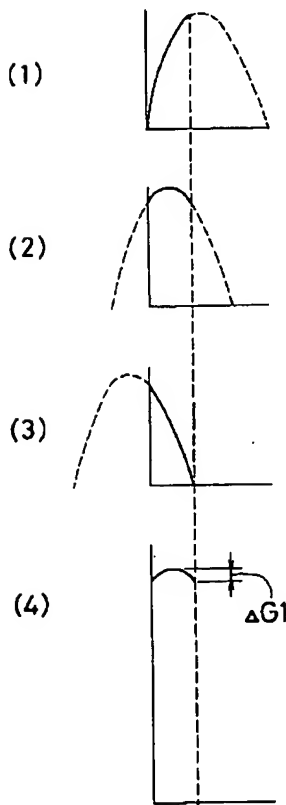
【図8】



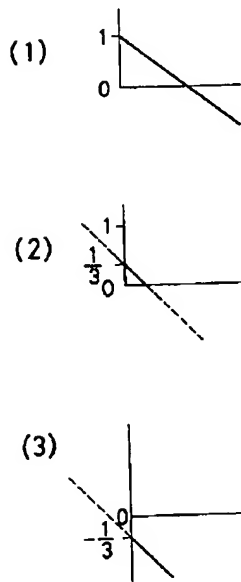
【図9】



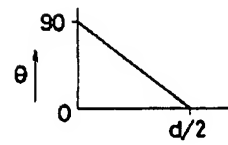
【図10】



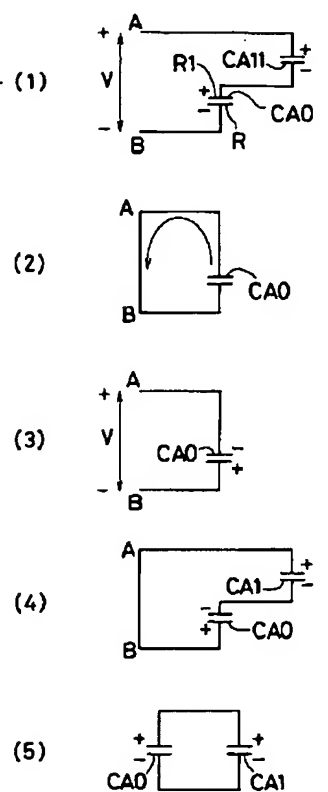
【図12】



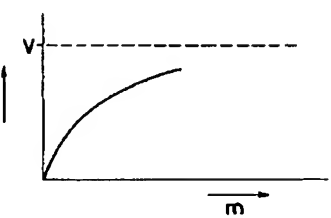
【図23】



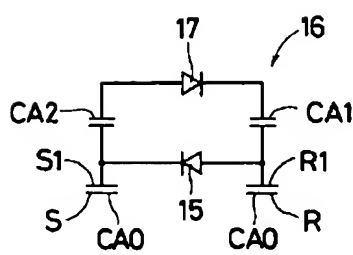
【図14】



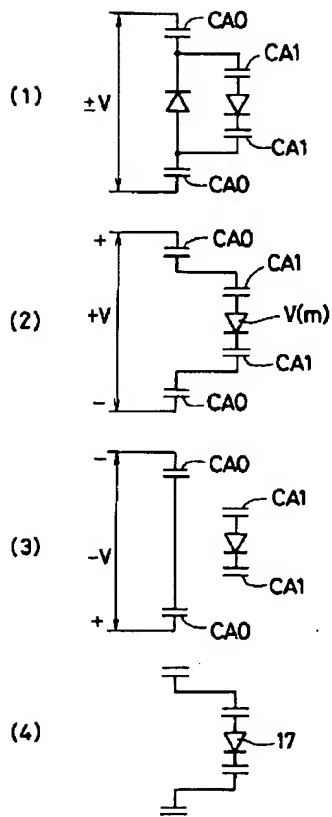
【図15】



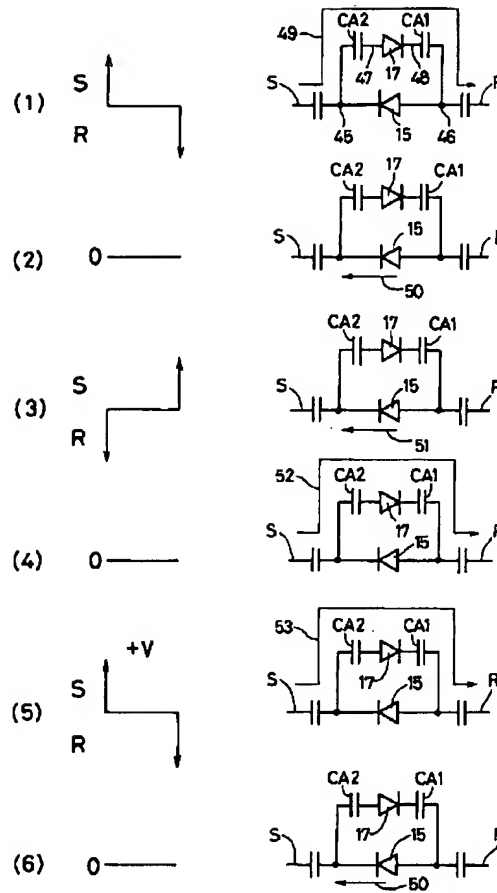
【図16】



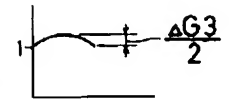
【図17】



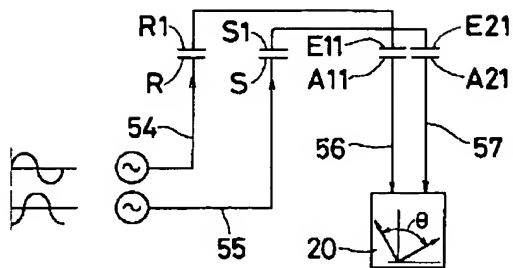
【図18】



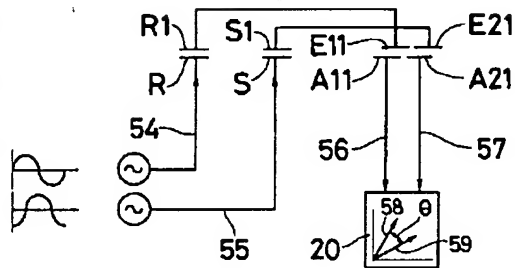
【図30】



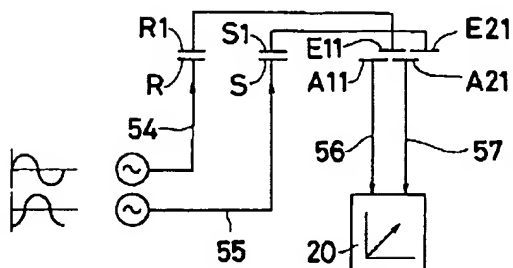
【図20】



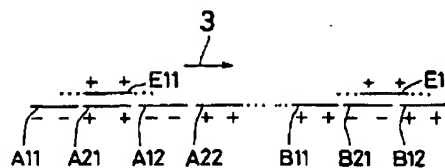
【図21】



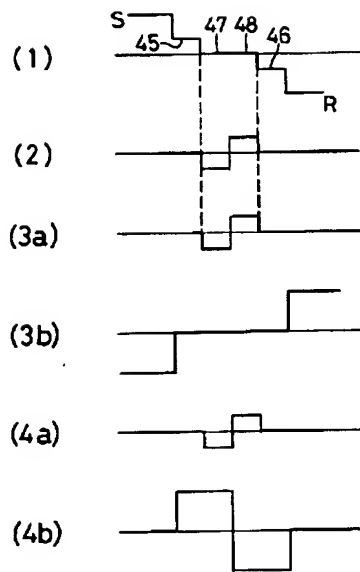
【図22】



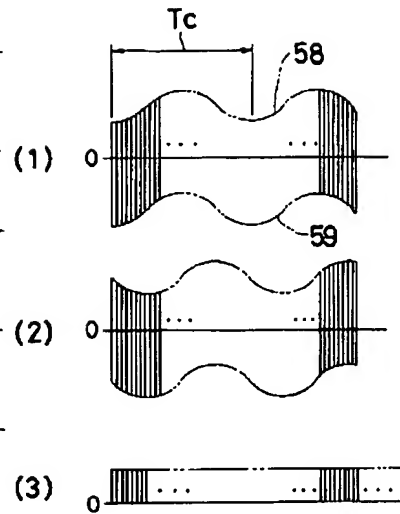
【図27】



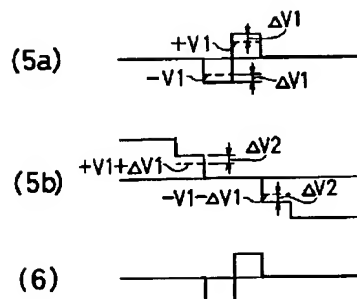
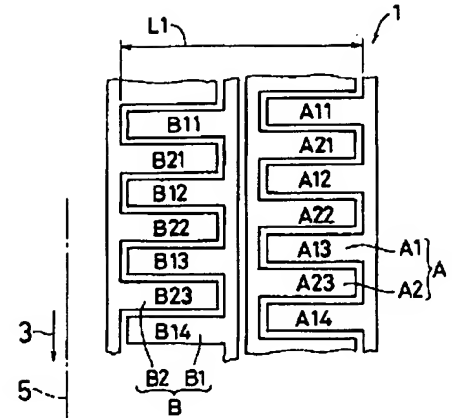
【図19】



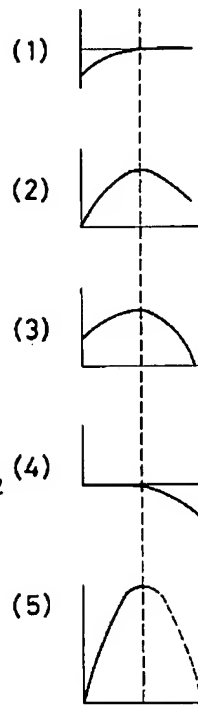
【図24】



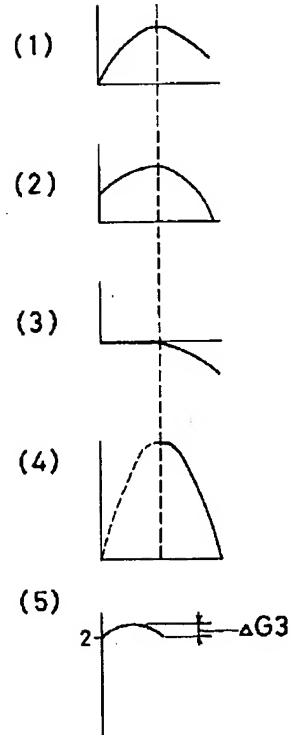
【図25】



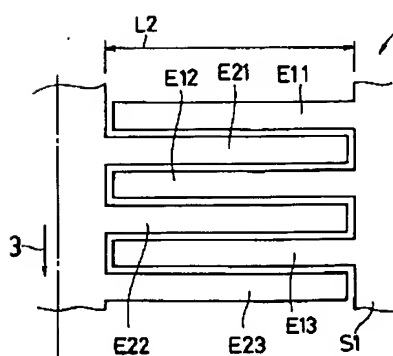
【図28】



【図29】

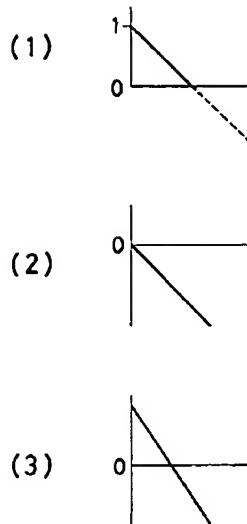


【図26】

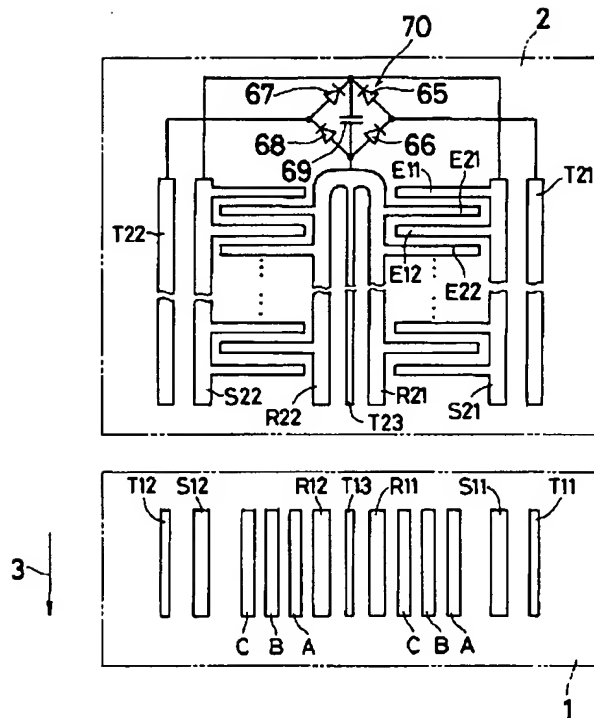




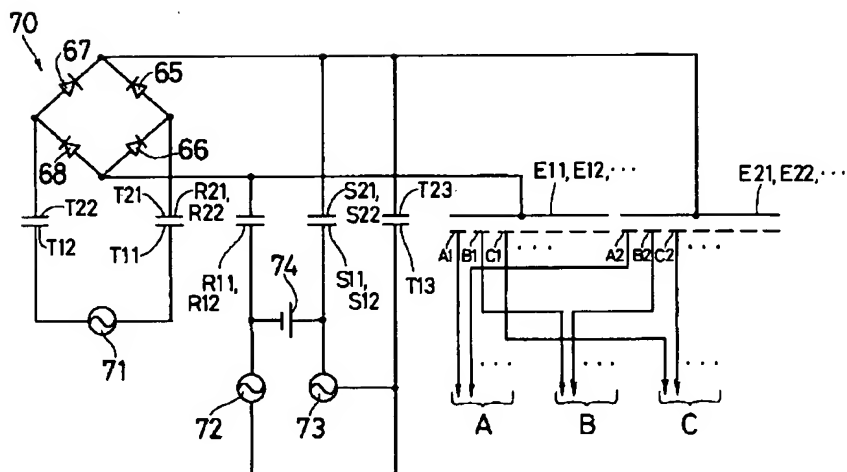
【図31】



【図32】



【図33】



フロントページの続き

(71)出願人 390018614  
株式会社ヤマトヤ商会  
東京都港区虎ノ門5丁目9番7号  
(71)出願人 000231464  
日本真空技術株式会社  
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72)発明者 矢野 雅文  
千葉県千葉市弥生町1-170 東京大学職  
員宿舎1-301  
(72)発明者 河野 明夫  
大阪市西区千代崎3丁目2番95号 株式会  
社オーグス総研内

(72)発明者 深谷 典行  
大阪市西区千代崎3丁目2番95号 株式会  
社オージス総研内

(72)発明者 岸田 秀雄  
大阪市西区千代崎3丁目2番95号 株式会  
社オージス総研内